



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109755608 A

(43)申请公布日 2019.05.14

(21)申请号 201910011182.5

(22)申请日 2019.01.04

(71)申请人 潮州三环(集团)股份有限公司
地址 515646 广东省潮州市凤塘镇三环工业城

(72)发明人 陈烁烁 邱基华

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202
代理人 宋静娜 魏微

(51) Int. Cl.

H01M 8/04007(2016.01)

H01M 8/0267(2016.01)

H01M 8/0276(2016.01)

H01M 8/2457(2016.01)

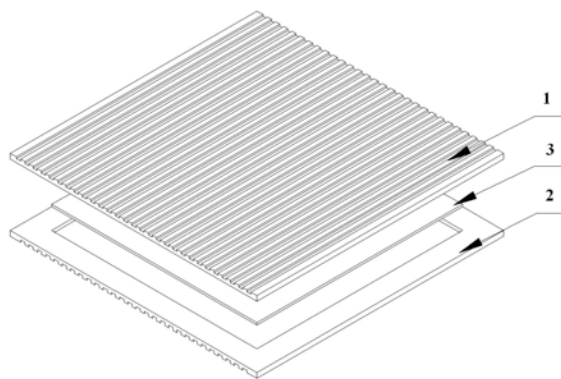
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种固体氧化物燃料电池连接体及电堆

(57)摘要

本发明公开了一种固体氧化物燃料电池连接体,包括阴极板、阳极板和设于阴极板和阳极板之间的密封中间层,所述密封中间层内设有高温热管;所述高温热管包括毛细芯和工作介质。本发明所述固体氧化物燃料电池连接体,采用内嵌热管设计,可以降低固体氧化物燃料电池电堆内部的温度梯度,优化电堆热管理效率,提高电堆承受快速升温的能力。本发明还公开了一种固体氧化物燃料电池电堆,本发明所述电堆包含有高温热管的连接体,能够承受较高的升温速率且降低操作时的温度梯度,从而可以实现电堆系统快速升温启动、降低电堆升降温与正常运行过程的温度梯度和热应力,扩大SOFC的应用领域。



1. 一种固体氧化物燃料电池连接体,其特征在于,包括阴极板、阳极板和设于阴极板和阳极板之间的密封中间层,所述密封中间层内设有高温热管;所述高温热管包括毛细芯和工作介质。

2. 如权利要求1所述固体氧化物燃料电池连接体,其特征在于,所述阴极板和/或阳极板上开设有容纳高温热管的凹槽,所述阴极板和阳极板贴合连接形成密封中间层。

3. 如权利要求1所述固体氧化物燃料电池连接体,其特征在于,所述阴极板和阳极板上均开设有容纳高温热管的凹槽,所述阴极板和阳极板上的凹槽位置对应,所述阴极板和阳极板贴合连接形成密封中间层。

4. 如权利要求1所述固体氧化物燃料电池连接体,其特征在于,所述密封中间层为密封壳体。

5. 如权利要求1所述固体氧化物燃料电池连接体,其特征在于,所述工作介质为金属钠或钠钾合金;优选地,所述工作介质为金属钠。

6. 如权利要求1所述固体氧化物燃料电池连接体,其特征在于,所述毛细芯为泡沫金属、细槽、烧结金属粉末或多层金属网;优选地,所述毛细芯为泡沫镍或多层不锈钢网。

7. 如权利要求6所述固体氧化物燃料电池连接体,其特征在于,所述多层不锈钢网包括至少一层不锈钢网,所述不锈钢网的孔径为10~500目;优选地,所述多层不锈钢网为五层不锈钢网,中间一层不锈钢网的孔径为10~50目,其余层不锈钢网的孔径为100~300目。

8. 如权利要求6所述固体氧化物燃料电池连接体,其特征在于,所述泡沫金属的孔径 $\leq 2.0\text{mm}$,孔隙率 $\geq 50\%$;优选地,所述泡沫镍的孔径 $\leq 0.1\text{mm}$,孔隙率 $\geq 90\%$ 。

9. 如权利要求1所述固体氧化物燃料电池连接体,其特征在于,所述阴极板和阳极板上设有多个开孔,所述阴极板上的开孔位置和阳极板上的开孔位置相对应。

10. 一种固体氧化物燃料电堆,其特征在于,包括至少一片电池片和至少一片权利要求1~9中任一项所述固体氧化物燃料电池连接体;所述电池片包括阳极、阴极和电解质;所述阳极与最近的阳极板相连接,所述阴极与最近的阴极板相连接。

一种固体氧化物燃料电池连接体及电堆

技术领域

[0001] 本发明涉及固体氧化物燃料电池,具体涉及一种固体氧化物燃料电池连接体及电堆。

背景技术

[0002] 目前金属连接体已经广泛应用于中温(650~800℃)固体氧化物燃料电池电堆中,虽然金属连接体的导热性能高于陶瓷连接体,但为了使电堆安全工作,进气需要经过外部热平衡系统预热到约700℃才能进入电堆,同时由于电堆发电产生大量的热,又需要通入大量空气来降温。且在长期运行过程中,尤其是大尺寸电池或高功率密度运行,电堆中的电池反应区域的温度梯度会越来越大,甚至达到150℃以上的温差,导致电堆及电池区域热应力显著增大,同时加速电池性能衰减及降低密封材料的可靠性。

[0003] 目前研究或生产中温燃料电池电堆所采用的金属连接体多数是铁素体不锈钢、铬基合金(CFY),在降低温度梯度方面,多数是采用优化金属连接体上的气体流道设计,改善气流均匀性,降低气流阻力的方法,这种方法对温度梯度降低幅度有限,且无法解决长期运行时温度梯度增加的问题;在热管理方面,大多数采用外置式热交换器来预热电堆进口的燃料和空气同时实现电堆的冷却。

[0004] Christian Olsen等人在美国专利申请10/762,477号中采用的是把连接体燃料通道加工成“十”字的方式,改善气流分配,降低温度梯度。

[0005] Amir Faghri等人在美国专利申请10/632,440号中采用的是在金属连接体上用激光打孔的方式穿孔,并穿入管式热管,来提高传热效率。

[0006] Bunker Ronald Scott在美国专利申请10/212,541号中描述了在流体通道中放置纤维来干扰气体流动,产生不稳定尾流,达到增强传热效果。

[0007] Marius Dilling等人在Journal of Power Sources 373(2018)139-149提到了把连接体延伸出电堆并内嵌一个热管结构,降低连接体温度梯度,提高电堆与外部的换热,降低冷却空气需求。此设计没有考虑电堆进气部分的热管理,电堆依旧需要外部热交换系统,需要将嵌入热管的连接体部分延伸至电堆以外,通过外部气体热交换实现冷却,伸出部分导致电堆存在安全隐患,电堆外形不规整,电堆长期运行时延伸出来的连接体部分会因高温蠕变而变形弯曲,不利于电堆安全。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服现有技术存在的不足之处而提供一种固体氧化物燃料电池连接体及电堆。

[0009] 为实现上述目的,本发明采取的技术方案为:一种固体氧化物燃料电池连接体,包括阴极板、阳极板和设于阴极板和阳极板之间的密封中间层,所述密封中间层内设有高温热管;所述高温热管包括毛细芯和工作介质。

[0010] 本发明所述固体氧化物燃料电池连接体内设有高温热管,使该连接体的热导率可

达到10000W/(m·K)以上,超高的导热性能可以明显降低电堆中的温度梯度,呈现近等温性,采用本发明的电堆设计可以进一步增大电池反应区域尺寸或更高的功率密度运行。设有该连接体的电堆具有超高的导热性能,允许低温气体直接进入电堆,气体在电堆内部达到反应区域前即可利用电堆发电产生的热量预热到约700℃,同时实现给电堆降温,减少对外置热交换器的需求。

[0011] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的优选实施方式,所述阴极板和/或阳极板上开设有容纳高温热管的凹槽,所述阴极板和阳极板贴合连接形成密封中间层。

[0012] 所述连接体可以通过如上述在阴极板和/或阳极板上开设凹槽的设置,使高温热管内嵌于阴极板和阳极板之间的凹槽内,使电池具有超高导热和换热性能,大大降底了电堆内部的温度梯度,可以允许更大的电池面积和更高的电堆功率。

[0013] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的优选实施方式,所述阴极板和阳极板上均开设有容纳高温热管的凹槽,所述阴极板和阳极板上的凹槽位置对应,所述阴极板和阳极板贴合连接形成密封中间层。

[0014] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的优选实施方式,所述密封中间层为密封壳体。所述密封中间层也可以为密封的壳体,将高温热管设于密封中间层内部实现降温的效果。

[0015] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的优选实施方式,所述贴合连接方式为焊接或者玻璃密封,所述焊接为真空钎焊或激光焊接。

[0016] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的优选实施方式,所述工作介质为金属钠或钠钾合金。

[0017] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的更优选实施方式,所述工作介质为金属钠。

[0018] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的优选实施方式,所述毛细芯为泡沫金属、细槽、烧结金属粉末或多层金属网。

[0019] 毛细芯选材要求与钠液相容,目前常用的材料为耐高温不锈钢、镍、钨等,基于成本考虑,材料优先为不锈钢或镍,可以为不锈钢网、镍网、泡沫镍或镍烧结粉末。

[0020] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的优选实施方式,所述毛细芯为泡沫镍或多层不锈钢网。

[0021] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的优选实施方式,所述不锈钢网为SUS310S不锈钢网。

[0022] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的优选实施方式,所述多层不锈钢网包括至少一层不锈钢网,所述不锈钢网的孔径为10~500目。

[0023] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的更优选实施方式,所述多层不锈钢网为五层不锈钢网,中间一层不锈钢网的孔径为10~50目,其余层不锈钢网的孔径为100~300目。

[0024] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的更优选实施方式,所述泡沫金属的孔径 $\leq 2.0\text{mm}$,孔隙率 $\geq 50\%$ 。

[0025] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的更优选实施方式,所述泡沫镍的孔径 $\leq 0.1\text{mm}$,孔隙率 $\geq 90\%$ 。

[0026] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的优选实施方式,所述阴极板远离密封中间层的侧面上和所述阳极板远离密封中间层的侧面上均设有反应区域,所述阴极板的反应区域上设有空气流道,所述阳极板的反应区域上设有燃料流道,所述凹槽的凹陷面的面积大于等于反应区域的面积。

[0027] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的优选实施方式,所述阴极板和阳极板上设有多个开孔,所述阴极板上的开孔位置和阳极板上的开孔位置相对应。

[0028] 阴极板和阳极板上的多个开孔为燃料的进出口和空气的进出口,燃料和空气的流动方向视具体情况而定。

[0029] 作为本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的优选实施方式,所述开孔与凹槽的边缘的最近距离大于0.5mm;优选地,所述开孔与凹槽的边缘的最近距离为3~5mm。

[0030] 本发明的另一目的还在于提供一种固体氧化物燃料电堆,所述固体氧化物燃料电堆包括至少一片电池片和至少一片上述固体氧化物燃料电池连接体;所述电池片包括阳极、阴极和电解质;所述阳极与最近的阳极板相连接,所述阴极与最近的阴极板相连接。

[0031] 所述电池片可以为阳极支撑电池片、电解质支撑电池片或金属支撑电池片。

[0032] 本发明所述平板式固体氧化物燃料电池电堆,由于采用了内嵌有高温热管连接体,具有超高导热和换热性能,大大降底了电堆内部的温度梯度,可以允许更大的电池面积和更高的电堆功率;同时本发明提供的电堆利用内嵌高温热管连接体的高换热能力,可以直接通入较低温空气,空气可在进气侧直接预热到所需温度,又能带走电堆产生的多余热量,从而减少外部热交换系统,提高了电堆热管理效率;同时本发明提供的电堆利用连接体的高换热能力,能承受较高的升温速度,为电堆系统快速启动创造了条件。另外,本发明不会改变电堆外形结构,长期运行过程中不存在安全隐患,且内嵌热管为被动元件,不需要额外的控制系统,不会损耗电堆功率。

[0033] 本发明的有益效果在于:本发明提供了一种固体氧化物燃料电池连接体,所述连接体采用内嵌热管设计,可以降低固体氧化物燃料电池电堆内部的温度梯度,优化电堆热管理效率,提高电堆承受快速升温的能力。本发明还提供了一种固体氧化物燃料电池电堆,本发明所述电堆能够承受较高的升温速率且降低操作时的温度梯度,从而可以实现电堆系统快速升温启动、降低电堆升降温与正常运行过程的温度梯度和热应力。采用本发明技术的电堆不仅可以适用于SOFC固定式应用场合如分布式能源、智能电网、数据中心用微电网等场合外,还可应用在移动式应用场合如船用、汽车领域。

附图说明

[0034] 图1为实施例1所述固体氧化物燃料电池连接体的结构示意图;

[0035] 图2为实施例1所述固体氧化物燃料电池电堆的结构示意图;

[0036] 其中,1、阴极板;2、阳极板;3、毛细芯;4、阳极支撑电池片;5、连接体。

具体实施方式

[0037] 为更好的说明本发明的目的、技术方案和优点,下面将结合具体实施例对本发明作进一步说明。

[0038] 实施例1

[0039] 本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的一种实施例,结构示意图见图1。

[0040] 本实施例所述连接体包括阴极板1、阳极板2和设于阴极板和阳极板之间的密封中间层。所述阴极板1和阳极板2上均开设有容纳高温热管的凹槽,所述阴极板1和阳极板2上的凹槽位置对应,通过真空钎焊在一起,凹槽的位置形成密封中间层,密封中间层为中空结构,所述密封中间层内设有高温热管,所述高温热管包括毛细芯3和工作介质(图中未示出),所述毛细芯为五层SUS310S不锈钢网,正中间一层不锈钢网的孔径为10~50目不锈钢网,其余层不锈钢网的孔径为100~200目不锈钢网。所述工作介质是99.99%钠金属,在真空环境下填充。填充口用氩弧焊密封。阴极板和阳极板采用铁素体不锈钢制作。

[0041] 所述阴极板1远离密封中间层的侧面上和所述阳极板2远离密封中间层的侧面上均设有反应区域,所述阴极板1的反应区域上设有空气流道,所述阳极板2的反应区域上设有燃料流道,所述凹槽的凹陷面的面积大于等于反应区域的面积。所述阴极板1和阳极板2上设有多个开孔(图中未示出),开孔为燃料的进出口和空气的进出口,所述阴极板上的开孔位置和阳极板上的开孔位置相对应,开孔位置距离凹槽4mm。

[0042] 一种固体氧化物燃料电池电堆,结构示意图见图2,本实施例所述固体氧化物燃料电池电堆包括阳极支撑电池片4和本实施例所述固体氧化物燃料电池连接体5。电堆采用玻璃密封。

[0043] 阳极支撑电池片包括阳极、阴极和电解质,所述阳极与最近的阳极板相连接,所述阴极与最近的阴极板相连接。

[0044] 本实施例的电堆外部进气温度可以降低至300℃,电堆启动时升温速度可以达到180℃/h,稳定后用热电偶测得电池反应区域不同位置的温差小于20℃。

[0045] 实施例2

[0046] 本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的一种实施例,本实施例所述连接体包括阴极板、阳极板和设于阴极板和阳极板之间的密封中间层。所述阴极板和阳极板上均开设有容纳高温热管的凹槽,所述阴极板和阳极板上的凹槽位置对应,通过真空钎焊在一起,凹槽的位置形成密封中间层,密封中间层为中空结构,所述密封中间层内设有高温热管,所述高温热管包括毛细芯和工作介质,所述毛细芯为泡沫镍,孔径小于0.1mm,孔隙率大于95%。所述工作介质是99.99%钠金属,在真空环境下填充。填充口用氩弧焊密封。阴极板和阳极板采用铁素体不锈钢制作。

[0047] 所述阴极板远离密封中间层的侧面上和所述阳极板远离密封中间层的侧面上均设有反应区域,所述阴极板的反应区域上设有空气流道,所述阳极板的反应区域上设有燃料流道,所述凹槽的凹陷面的面积大于等于反应区域的面积。所述阴极板和阳极板上设有多个开孔,开孔为燃料的进出口和空气的进出口,所述阴极板上的开孔位置和阳极板上的开孔位置相对应,开孔位置距离凹槽4mm。

[0048] 一种固体氧化物燃料电池电堆,本实施例所述固体氧化物燃料电池电堆包括电解质支撑电池片和本实施例所述固体氧化物燃料电池连接体。电堆采用玻璃密封。

[0049] 电解质支撑电池片包括阳极、阴极和电解质,所述阳极与最近的阳极板相连接,所述阴极与最近的阴极板相连接。

[0050] 本实施例的电堆外部进气温度可以降低至300℃,电堆启动时升温速度可以达到180℃/h,稳定后用热电偶测得电池反应区域不同位置的温差小于20℃。

[0051] 实施例3

[0052] 本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的一种实施例,本实施例所述连接体包括阴极板、阳极板和设于阴极板和阳极板之间的密封中间层。所述阴极板和阳极板上均开设有容纳高温热管的凹槽,所述阴极板和阳极板上的凹槽位置对应,通过真空钎焊在一起,凹槽的位置形成密封中间层,密封中间层为中空结构,所述密封中间层内设有高温热管,所述高温热管包括毛细芯和工作介质,所述毛细芯为五层SUS310S不锈钢网,正中间层不锈钢网的孔径为10~50目不锈钢网,其余层不锈钢网的孔径为100~200目不锈钢网。所述工作介质是99.99%钠金属,在真空环境下填充。填充口用氩弧焊密封。阴极板和阳极板采用铁素体不锈钢制作。电堆采用压缩式密封材料和焊接方式实现密封。

[0053] 所述阴极板远离密封中间层的侧面上和所述阳极板远离密封中间层的侧面上均设有反应区域,所述阴极板的反应区域上设有空气流道,所述阳极板的反应区域上设有燃料流道,所述凹槽的凹陷面的面积大于等于反应区域的面积。所述阴极板和阳极板上设有多个开孔,开孔为燃料的进出口和空气的进出口,所述阴极板上的开孔位置和阳极板上的开孔位置相对应,开孔位置距离凹槽3mm。

[0054] 一种固体氧化物燃料电池电堆,本实施例所述固体氧化物燃料电池电堆包括金属支撑电池片和本实施例所述固体氧化物燃料电池连接体。电堆采用压缩式密封材料和焊接方式实现密封。

[0055] 金属支撑电池片包括阳极、阴极和电解质,所述阳极与最近的阳极板相连接,所述阴极与最近的阴极板相连接。

[0056] 本实施例的电堆外部进气温度可以降低至100℃,电堆启动时升温速度可以达到600℃/h,稳定后用热电偶测得电池反应区域不同位置的温差小于10℃。

[0057] 实施例4

[0058] 本发明所述固体氧化物燃料电池连接体的一种实施例,本实施例所述连接体包括阴极板、阳极板和设于阴极板和阳极板之间的密封中间层,所述密封中间层为密封壳体,密封壳体内设有高温热管,所述高温热管包括毛细芯和工作介质,所述毛细芯为五层SUS310S不锈钢网,正中间层不锈钢网的孔径为10~50目不锈钢网,其余层不锈钢网的孔径为100~200目不锈钢网。所述工作介质是99.99%钠金属,在真空环境下填充。填充口用氩弧焊密封。阴极板和阳极板采用铁素体不锈钢制作。电堆采用压缩式密封材料和焊接方式实现密封。

[0059] 所述阴极板远离密封中间层的侧面上和所述阳极板远离密封中间层的侧面上均设有反应区域,所述阴极板的反应区域上设有空气流道,所述阳极板的反应区域上设有燃料流道,所述凹槽的凹陷面的面积大于等于反应区域的面积。所述阴极板和阳极板上设有多个开孔,开孔为燃料的进出口和空气的进出口,所述阴极板上的开孔位置和阳极板上的开孔位置相对应,开孔位置距离凹槽3mm。

[0060] 一种固体氧化物燃料电池电堆,本实施例所述固体氧化物燃料电池电堆包括金属支撑电池片和本实施例所述固体氧化物燃料电池连接体。电堆采用压缩式密封材料和焊接方式实现密封。

[0061] 金属支撑电池片包括阳极、阴极和电解质,所述阳极与最近的阳极板相连接,所述阴极与最近的阴极板相连接。

[0062] 本实施例的电堆外部进气温度可以降低至100℃,电堆启动时升温速度可以达到600℃/h,稳定后用热电偶测得电池反应区域不同位置的温差小于10℃。

[0063] 最后所应当说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对本发明保护范围的限制,尽管参照较佳实施例对本发明作了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的实质和范围。

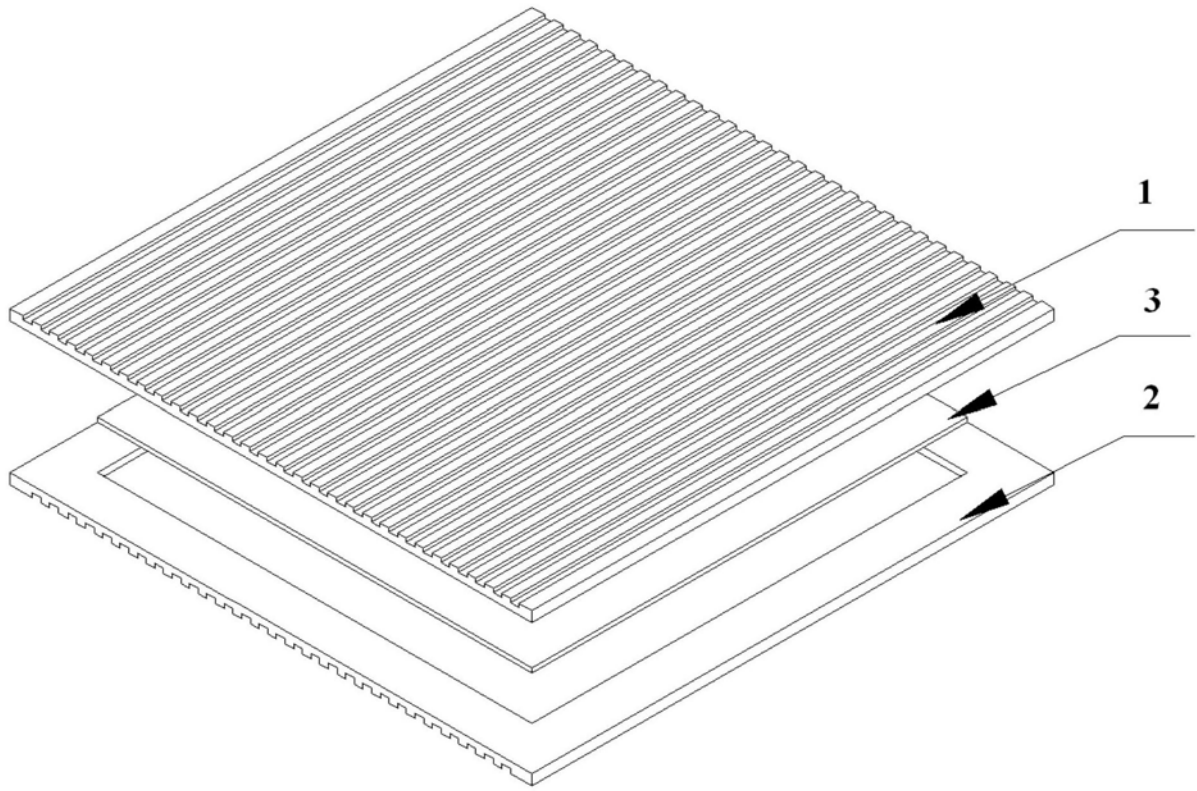


图1

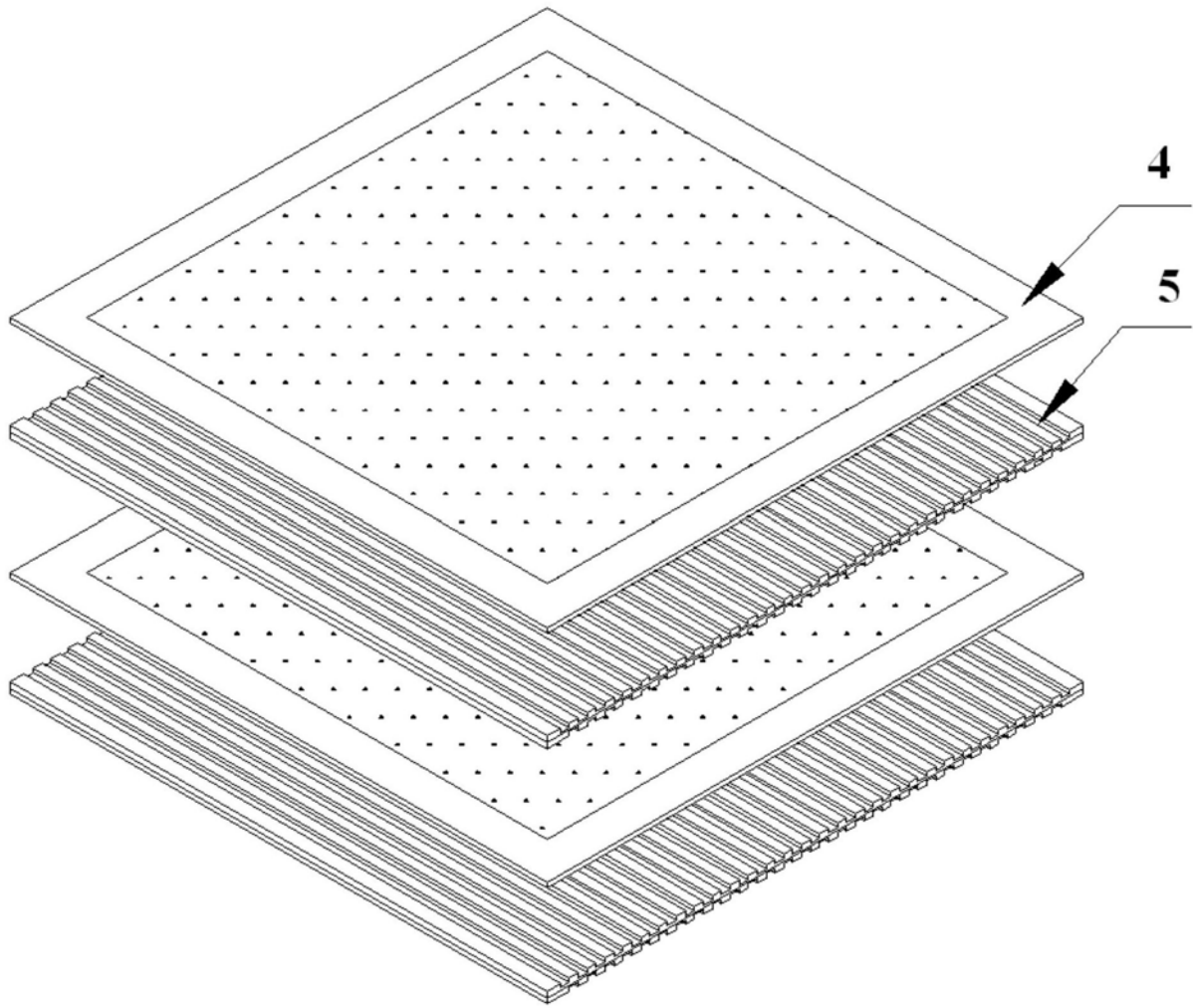


图2